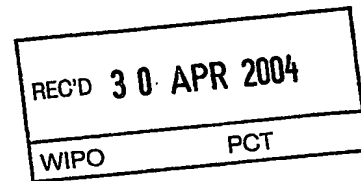


# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 10 2004 001 343.8  
**Anmeldetag:** 08. Januar 2004  
**Anmelder/Inhaber:** enTec CONSULTING GmbH, 58675 Hemer/DE;  
Hydraulik-Ring GmbH, 97828 Marktheidenfeld/DE.  
**Bezeichnung:** Variable Ventilsteuerungsvorrichtung mit Nocken-  
wellenverstellung und Ventilhubkonturveränderung  
**IPC:** F 01 L 1/344

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. März 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Stanschus

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**BEST AVAILABLE COPY**

5           **Variable Ventilsteuerungsvorrichtung mit Nockenwellenverstellung  
und Ventilhubkonturveränderung**

10       Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur variablen Ventilsteuerung beziehungsweise Ventilregelung insbesondere von Gaswechselventilen einer Verbrennungskraftmaschine mit Nockenwellenverstellung und Ventilhubkonturveränderung.

15       Aus der US 5,031,583 ist eine Vorrichtung zur Steuerung bzw. Regelung von Ventilen einer Verbrennungskraftmaschine bekannt, bei welcher eine Kombination aus einem selektiven Kupplungsmechanismus zur Steuerung bzw. zur Regelung des Ventilhubes und des Ventilöffnungsintervalls und eine Nockenwellenverstelleinrichtung zur Steuerung bzw. zur Regelung der Betriebszeiten von Ventilen einer Verbrennungskraftmaschine zum Einsatz  
20       kommen. Um verschiedene Ventilhübe bzw. Ventilhubkonturen zu erreichen, wird je Ventilkontur eine Nockenkontur benötigt. Zudem ist lediglich eine Umschaltung zwischen zwei durch die jeweiligen Nockenkonturen vorbestimmten Ventilhubkonturen möglich.

25       Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, eine Vorrichtung zur variablen Ventilsteuerung beziehungsweise Ventilregelung von Gaswechselventilen einer Verbrennungskraftmaschine mit Nockenwellenverstellung und Ventilhubkonturveränderung zu schaffen, welche kostengünstiger herstellbar ist, weniger Bauraum insbesondere im Zylinderkopf der Verbrennungskraftmaschine  
30       benötigt und somit weniger Gewicht aufweist bei gleichzeitiger Senkung des Kraftstoffverbrauchs.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung bestand darin, eine Vorrichtung zur variablen Ventilsteuerung beziehungsweise Ventilregelung von Gaswechselventilen einer Verbrennungskraftmaschine mit  
5 Nockenwellenverstellung und Ventilhubkonturveränderung zu schaffen, mit welcher sowohl eine stufenlos variable Ventilhubverstellung als auch eine stufenweise Veränderung des Ventilhubes ohne konstruktive Veränderungen am Zylinderkopf möglich und gleichzeitig eine möglichst kostengünstige und genaue Verstellung des Ventilhubes zwischen den einzelnen Zylindern einer  
10 Verbrennungskraftmaschine erreicht wird.

Diese und weitere Aufgaben werden gelöst durch eine Vorrichtung zur variablen Ventilsteuerung oder -regelung insbesondere von Gaswechselventilen einer Verbrennungskraftmaschine mit einer Nockenwellenverstelleinrichtung, einer  
15 drehbar, vorzugsweise in einem Zylinderkopf, gelagerten Exzenterwelle mit einer Nockenkontur je Gaswechselventil, zur Steuerung oder Regelung des Ventilhubes wenigstens eines Gaswechselventils, sowie einem Aktuator, welcher zur Verdrehung der Exzenterwelle an deren Ende vorgesehen ist. Die Exzenterwelle wirkt auf wenigstens einen Kipphebel ein, dessen Bewegungsablauf durch  
20 Verdrehen der Exzenterwelle beeinflussbar ist, wobei der Kipphebel mit einer Nockenwelle und einem Schleppebel, der auf ein Gaswechselventil wirkt, in Eingriff steht.

Als Nockenwellenverstelleinrichtungen kommen grundsätzlich alle dem  
25 Fachmann bekannten Verstelleinrichtungen in Betracht. Bevorzugt kommen Nockenwellenverstelleinrichtungen nach dem Flügelzellenprinzip, wie sie beispielsweise aus DE 199 43 833 A1 bekannt sind oder Nockenwellenverstelleinrichtungen, welche mittels eines auf einer Schrägverzahnung axial verschiebbaren Kolbens arbeiten, wie beispielsweise  
30 beschrieben in US 5,031,583, zur Anwendung.

Erfindungsgemäß kann die Nockenwellenverstellung mittels der Nockenwellenverstelleinrichtung stufenweise oder stufenlos erfolgen.

Der Aktuator ist dabei in einem vorgesehenen, auswechselbar und unterschiedlich ausgebildet, endseitig an einer in einem Zylinderkopf gelagerten Exzenterwelle zu deren Verdrehung angeordnet und mittels zweier an dem Gehäuse vorgesehener  
5 Befestigungselemente an einem Zylinderkopf befestigt.

Mittels einer an der Exzenterwelle vorgesehenen Kupplung erfolgt eine Übertragung der Aktuatorbewegung auf die Drehbewegung der Exzenterwelle, wobei durch Austausch unterschiedlicher Aktuatoren mit den dazugehörigen  
10 Kupplungen für die Exzenterwelle eine Umstellung von einer stufenlos variablen Ventilhubverstellung auf eine stufenweise Veränderung des Ventilhubes ohne Änderungen am Zylinderkopf durchführbar ist. Die durch den Austausch unterschiedlicher Aktuatoren erhaltene einfache Umstellung der Veränderung des Ventilhubes der Gaswechselventile einer Verbrennungskraftmaschine hat den  
15 Vorteil, dass ein kostengünstiges, einheitliches modulares Zylinderkopfkonzzept möglich ist, da nur der Anschluss des Aktuators und die Kupplung zwischen Aktuator und Exzenterwelle, die im Zylinderkopf gelagert ist, verändert werden muss und damit die Investitionen für die Fertigung des Zylinderkopfes bei unterschiedlichen Ventilhubverstellungen gering sind. Da alternativ auch zwei bis  
20 vier Ventilhubstellungen realisierbar sind, sind bei einem Motor bezüglich Leistung und Drehmoment Verbesserungen gegenüber einem Motor mit festen Steuerzeiten für den Ventilhub möglich. Zudem ist für jedes Gaswechselventil nur ein Nocken auf der Exzenterwelle zur Ventilhubverstellung notwendig, was zur Senkung der Fertigungskosten gegenüber bisherigen Mehrnockensystemen  
25 beiträgt.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann mit einem Aktuator zur stufenlos einstellbaren Ventilhubverstellung oder mit einem Aktuator zur stufenweisen Veränderung des Ventilhubes oder mit einem Aktuator zur stufenlos einstellbaren  
30 Ventilhubverstellung und stufenweisen Veränderung des Ventilhubes betrieben werden. Die Ventilhübe können somit je nach Anforderung stufenlos und/oder stufenweise mittels eines Nockens je Ventil verändert werden. Bei Verbrennungskraftmaschinen mit geringeren Ansprüchen an die

Ventilverstellbarkeit, bei denen die Laststeuerung nicht durch die voll variable Veränderung der Ventilhübe bzw. Ventilhubkurven vorgenommen wird und damit erhebliche Systemherstellkostenvorteile entstehen, genügen Ventilhübe bzw. Ventilhubkonturen mit Zwischenstellungen, wie sie mittels stufenweiser  
5 Veränderung des Ventilhubes erreicht werden.

Vorteilhaft ist, dass die austauschbaren Aktuatoren entweder ein hydraulisches Stellelement aufweisen, oder alternativ als Elektromotor, der direkt auf die Exzenterwelle einwirkt oder als Hubmagnet ausgebildet sind.

10

Eine mögliche und unter Umständen bevorzugte Weiterbildung wird darin gesehen, dass der Elektromotor oder der Hubmagnet in einer Blackbox vorgesehen sind, die an ihrer Stirnseite am Gehäuse einander gegenüberliegende Befestigungselemente zur Befestigung an dem Zylinderkopf aufweist.

15

Desweiteren ist vorteilhaft vorgesehen, dass bei einer Umstellung von einer stufenlos variablen Ventilhubverstellung auf eine stufenweise Veränderung des Ventilhubes die Exzenterwelle identisch ist.

20 Eine bevorzugte Variante wird darin gesehen, dass bei einer Umstellung von einer stufenlos variablen Ventilhubverstellung auf eine stufenweise Veränderung des Ventilhubes die dazugehörige Kupplung austauschbar ist.

Bevorzugt ist vorgesehen, dass der Aktuator entweder auf der Vorderseite oder  
25 auf der Rückseite des Zylinderkopfes mit der Exzenterwelle verbunden ist.

Alternativ ist auch vorgesehen, dass bei unterschiedlichen Ausführungsformen der Aktuator nicht direkt fluchtend zur Exzenterwelle angeordnet ist, sondern zwischen Aktuator und Exzenterwelle ein Zwischengetriebe vorgesehen ist.

30

Eine vorteilhafte Ausführungsform wird darin gesehen, dass bei einer stufenlos variablen Ventilhubverstellung der Ventilhub mittels eines am Zylinderkopf vorgesehen Sensors gemessen wird, mit einer Lagerückmeldung des Ventilhubes

der Gaswechselventile.

5 Eine bevorzugte Weiterbildung wird darin gesehen, dass die durch den Austausch der Aktuatoren vorgenommene Umstellung der Gaswechselventile von einer stufenlos variablen Ventilhubverstellung auf eine stufenweise Veränderung des Ventilhubes für Einlass- und Auslassventile derart vorgesehen ist, dass an beiden Ventilseiten jeweils eine vollvariabel, teilweise vollvariabel, stufenweise oder auf beiden Ventilseiten eine stufenweise Veränderung des Ventilhubes für die Gaswechselventile vorgesehen ist.

10

Ein weiter vorteilhafte Ausführungsform wird darin gesehen, dass der für die Gaswechselventile an der Ein- und Auslassventilseite mit einem hydraulischen Stellelement vorgesehene Aktuator, einen Rotor aufweist, der unterschiedliche Schaltstellungen einnimmt.

15

Vorteilhaft ist der Aktuator mit dem hydraulischen Stellelement aus Kunststoff ausgebildet, wobei dessen Rotor mindestens einen Rotorflügel aufweist.

20 Eine fertigungstechnisch günstige Ausführungsform wird darin gesehen, dass der Aktuator mit dem hydraulischen Stellelement mit hydraulischem Öldruck aus dem Motorkreislauf gespeist wird.

25 Ebenso ist vorteilhaft vorgesehen, dass ein insbesondere als Hubmagnet ausgebildetes Magnetventil zur Betätigung des Aktuators mit dem hydraulischen Stellelement am Zylinderkopf befestigt ist.

Schließlich kann auch vorteilhaft sein, dass das Magnetventil zur Betätigung des Aktuators mit dem hydraulischen Stellelement innerhalb des Aktuators positioniert ist, vorzugsweise koaxial zur Aktuatormittelachse.

30

Die vorliegende Erfindung betrifft auch eine Verbrennungskraftmaschine, welche wenigstens eine der erfindungsgemäßen Vorrichtung aufweist.

Ferner betrifft die vorliegende Erfindung Verbrennungskraftmaschinen mit zwei oder mehr Nockenwellen, welche an wenigstens einer der Nockenwellen eine erfindungsgemäße Vorrichtung und an den weiteren Nockenwellen nur eine stufenweise oder stufenlose Nockenverstelleinrichtung aufweist, oder bei welcher  
5 jede Nockenwelle eine erfindungsgemäße Vorrichtung aufweist.

Prinzipiell ist bei Verbrennungskraftmaschinen mit Zylinderkopf mit zwei oder mehr Nockenwellen jede Kombination der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einzelnen oder mehreren Nockenwellen möglich. Bevorzugt ist dabei die  
10 erfindungsgemäße Vorrichtung an der Nockenwelle vorgesehen, welche die Einlassventile steuert, wobei die Nockenwelle für die Auslassventile lediglich eine oder keine Nockenwellenverstelleinrichtung aufweist.

Wesentlich ist bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung, dass durch den Austausch  
15 unterschiedlicher Aktuatoren eine Umstellung der Veränderung der Ventilhubes der Gaswechselventile einer Verbrennungskraftmaschine von einer stufenlos variablen Ventilhubverstellung auf eine stufenweise Veränderung des Ventilhubes ohne Veränderung am Zylinderkopf für unterschiedliche Motoren erzielt wird, was bei gleichzeitiger Verstellbarkeit der Nockenwelle zu noch besserer  
20 Beeinflussbarkeit und somit zu weiterer Leistungsoptimierung einer Verbrennungskraftmaschine bei gleichzeitiger Kraftstoffeinsparung führt.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

25 Es zeigen:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 2-8 Ausführungsbeispiele eines Aktuators mit einem hydraulischen  
30 Stellelement in unterschiedlichen Schaltstellungen und Schaltplänen.

Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit einem Nockenwellenversteller 30, welcher vorzugsweise an einem Ende der

Nockenwelle 32 in deren axialer Verlängerung vorgesehen ist, einer Exzenterwelle 8 und einem in einem Gehäuse 2 angeordneten Aktuator 1 zur Hubverstellung eines Gaswechselventils 11 bzw. 12. Der Aktuator 1, der in diesem Ausführungsbeispiel ein nicht näher dargestellter Elektromotor ist und in einer Blackbox, einem Gehäuse 2 angeordnet ist, ist endseitig an der drehbaren Exzenterwelle 8 auswechselbar zur Verdrehung der Exzenterwelle 8 angeordnet, die in einem nicht näher dargestellten bekannten Zylinderkopf gelagert ist. Der Aktuator 1 kann auch als Hubmagnet oder als Aktuator mit einem hydraulischen Stellelement ausgebildet sein. Der Aktuator 1 ist gemäß Figur 1 mittels zwei insbesondere an der Stirnseite des Gehäuses 2 einander gegenüberliegenden Befestigungslaschen 3 und 4 an dem nicht näher dargestellten Zylinderkopf mittels in den Ausnehmungen 5 und 6 der Befestigungslaschen 3 und 4 aufgenommenen Befestigungselementen befestigt. Der Aktuator 1 ist weiterhin mittels einer Kupplung 7 mit der Exzenterwelle 8 zur Übertragung der Aktuatorbewegung auf die Drehbewegung der Exzenterwelle 8 verbunden. Ist der Aktuator 1 als Hubmagnet ausgebildet, ist dieser ebenfalls in einer Blackbox angeordnet. Auf der Exzenterwelle 8 sind vorzugsweise mehrere Exzenter 9 und 10 vorgesehen, beispielsweise für Verbrennungskraftmaschinen mit mehr als einem Einlassventil pro Zylinder. Die Exzenterwelle 8 ist in einem separaten nicht näher dargestellten Gehäuse gelagert, das mit dem Zylinderkopf verbunden ist. In dem Gehäuse sind neben der Exzenterwelle 8 noch Rollenschlepphebel 13 und 14 gelagert, welche auf die Gaswechselventile 11 und 12 einwirken. Mittels der Exzenterwelle 8 wird die Bewegung von Kipphebeln 36 und 38 beeinflusst, welche jeweils von einem Nocken 34 der Nockenwelle 32 angetrieben werden. Durch den Austausch unterschiedlicher Aktuatoren 1 erfolgt eine Umstellung einer Ventilhubverstellung von einer stufenlos variablen Ventilhubverstellung auf eine stufenweise Veränderung des Ventilhubes für die Gaswechselventile 11 und 12 derart, dass an beiden Ventilseiten vollvariabel, teilweise vollvariabel, stufenweise oder auf beiden Ventilseiten eine stufenweise Veränderung des Ventilhubes für die Gaswechselventile 11 und 12 erfolgt. Es muss für die Umstellung nur der Aktuator 1, der mittels der Kupplung 7 mit der Exzenterwelle 8 verbunden ist, verändert werden. In Abhängigkeit von den unterschiedlichen Ausführungsformen kann der Aktuator 1 nicht direkt fluchtend zur Exzenterwelle



8 vorgesehen sein, sondern es ist dann zwischen dem Aktuator 1 und der Exzenterwelle 8 ein nicht näher dargestelltes Zwischengetriebe vorgesehen, wobei die entsprechenden Aktuatoren 1 im oberen Bereich des Zylinderkopfes entweder auf der Vorder- oder Rückseite angeordnet sind. Ist der Aktuator 1 als  
5 Elektromotor vorgesehen, dann wirkt der Elektromotor direkt auf die Exzenterwelle 8. Bei einer stufenlos vollvariablen Ventilhubverstellung der Gaswechselventile 11 und 12 wird der Ventilhub zusätzlich mit einem nicht näher dargestellten am Zylinderkopf vorgesehenen Sensor gemessen, wobei eine Lagerückmeldung des Ventilhubes der Gaswechselventile 11 und 12 erforderlich  
10 ist.

Erfolgt eine Umstellung auf eine stufenweise Veränderung des Ventilhubes der Gaswechselventile 11 und 12 sind mindestens zwei bis vier Ventilstellungen vorgesehen. Bei der Umstellung der Veränderung des Ventilhubes der  
15 Gaswechselventile 11 und 12 auf eine stufenlose vollvariable Veränderung des Ventilhubes ist die Exzenterwelle 8 mit einer austauschbaren Kupplung 7 vorgesehen.

Die Figuren 2 - 8 zeigen Ausführungsformen eines hydraulischen Aktuators 1 als  
20 Zwei-, Drei- und Vierstellungsaktor in unterschiedlichen Schaltstellungen mit den entsprechenden Schaltplänen.

Figur 2a und 2b zeigen einen Aktuator 1, der als Zweistellungsaktor mit einem hydraulischen Stellelement in Form eines Rotors 15 ausgebildet ist. Der Rotor 15  
25 weist dazu zwei Rotorflügel 16, 17 auf und ist um eine Drehachse 18 in zwei Schaltstellungen gemäß Figur 2a und 2b bis zu Anschlägen 20, 21 in einem Statorgehäuse 19 um 180° drehbar.

Figur 3a und 3b zeigen einen Aktuator 1, der als Zweistellungsaktor mit dem  
30 hydraulischen Stellelement in Form des Rotors 15 ausgebildet ist. Der Rotor 15 weist dazu einen Rotorflügel 16 auf und ist um die Drehachse 18 in zwei Schaltstellungen gemäß Figur 3a und 3b bis zu Anschlägen 20, 21 in dem Statorgehäuse 19 um 270° drehbar.

Figur 4 zeigt ein Schaltplanbeispiel für einen Einflügelaktuator und ein 4/2-Wegeventil 22 für Anschlüsse A und B auf, das Wegeventil 22 zur Betätigung des Aktuators 1 kann dabei innerhalb des Aktuators 1 positioniert sein, vorzugsweise koaxial zur Aktuatormittelachse. Der Aktuator 1 ist vorteilhaft aus Kunststoff ausgebildet. Der Aktuator 1 wird mit hydraulischem Öldruck aus dem Motorkreislauf gespeist, wobei das Wegeventil 22 zur Betätigung des Aktuators 1 am Zylinderkopf befestigt ist und insbesondere innerhalb des Aktuators 1 positioniert ist, vorzugsweise koaxial zu einer Aktuatormittelachse 18.

10

Die Figuren 5a, 5b und 5c zeigen einen Aktuator 1, der als Dreistellungsaktuator mit dem hydraulischen Stellelement in Form des inneren Rotors 15 mit den Rotorflügeln 16, 17 ausgebildet ist und einem äußeren Rotor 23, die um die Drehachse 18 in drei Schaltstellungen gemäß Figur 5a, 5b, 5c bis zu den Anschlägen 20, 21 des inneren Rotors 15 und bis zu den Anschlägen 24, 25 für den äußeren Rotor 23 in dem Statorgehäuse 19 um 180° drehbar ist.

20

Figur 6 zeigt ein Schaltplanbeispiel für einen Dreistellungsaktuator und zwei 4/2-Wegeventile 26, 27 für Anschlüsse A und B.

25

Die Figuren 7a, 7b, 7c und 7d zeigen einen Aktuator 1, der als Vierstellungsaktuator mit dem hydraulischen Stellelement in Form des inneren Rotors 15 und des äußeren Rotors 23 ausgebildet ist, die um die Drehachse 18 in vier Schaltstellungen gemäß Figur 7a, 7b, 7c, 7d in dem Statorgehäuse 19 drehbar sind.

Figur 8 zeigt ein Schaltplanbeispiel für einen Vierstellungsaktuator und zwei 4/2-Wegeventile 26, 27 für Anschlüsse A und B.

**Bezugszeichenliste:**

	1	Aktuator
	2	Gehäuse
	3	Befestigungselement
5	4	Befestigungselement
	5	Ausnehmung im Befestigungselement
	6	Ausnehmung im Befestigungselement
	7	Kupplung
	8	Exzenterwelle
10	9	Exzenter
	10	Exzenter
	11	Gaswechselventil
	12	Gaswechselventil
	13	Rollenschlepphebel
15	14	Rollenschlepphebel
	15	Rotor
	16	Rotorflügel
	17	Rotorflügel
	18	Drehachse
20	19	Statorgehäuse
	20	Anschlag im Statorgehäuse
	21	Anschlag im Statorgehäuse
	22	Wegeventil
	23	äußerer Rotor
25	24	Anschlag im äußeren Rotor
	25	Anschlag im äußeren Rotor
	26	Wegeventil
	27	Wegeventil
	30	Nockenwellenverstelleinheit
30	32	Nockenwelle
	34	Nocken
	36	Kipphebel
	38	Kipphebel

enTec CONSULTING GmbH  
Hydraulik-Ring GmbH

8. Januar 2004  
E100215 MR/HHa

### Patentansprüche

- 5 1. Vorrichtung zur variablen Ventilsteuerung oder -regelung insbesondere von Gaswechselventilen einer Verbrennungskraftmaschine mit
- einer Nockenwellenverstelleinrichtung (30),
  - einer drehbar, vorzugsweise in einem Zylinderkopf, gelagerten Exzenterwelle (8) mit einer Nockenkontur (9, 10) je Gaswechselventil
  - 10 (11, 12), zur Steuerung oder Regelung des Ventilhubes wenigstens eines Gaswechselventils (11, 12), sowie
  - einem Aktuator (1), welcher zur Verdrehung der Exzenterwelle (8) an deren Ende vorgesehen ist.
- 15 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher die Nockenwellenverstelleinrichtung (30) nach dem Flügelzellenprinzip oder mittels eines auf einer Schrägverzahnung axial verschiebbaren Kolbens arbeitet.
- 20 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei welcher die Nockenwellenverstellung mittels der Nockenwellenverstelleinrichtung (30) stufenweise oder stufenlos erfolgt.
- 25 4. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher der Aktuator in einem Gehäuse (2) angeordnet, auswechselbar und mittels an dem Gehäuse (2) vorgesehener Befestigungselemente (3, 4) an dem Zylinderkopf befestigt ist.
- 30 5. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher mittels eines zwischen Exzenterwelle (8) und Aktuator (1) vorgesehenen

Verbindungselementes eine Übertragung der Aktuatorbewegung auf die Drehbewegung der Exzenterwelle (8) erfolgt.

- 5 6. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher durch Austausch unterschiedlicher Aktuatoren (1), vorzugsweise zusammen mit dem Verbindungselement, eine Umstellung von einer stufenlos variablen Ventilhubverstellung auf eine stufenweise Veränderung des Ventilhubes ohne Änderungen am Zylinderkopf durchführbar ist.
- 10 7. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher ein Aktuator zur stufenlos variablen Ventilhubverstellung oder ein Aktuator zur stufenweisen Veränderung des Ventilhubes oder ein Aktuator zur stufenlos variablen und stufenweisen Veränderung des Ventilhubes vorgesehen ist.
- 15 8. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher das Verbindungselement als eigenständiges Bauteil oder als Bestandteil der Exzenterwelle (8) vorgesehen ist, wobei das eigenständige Verbindungselement zusammen mit dem Aktuator (1) austauschbar ist.
- 20 9. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher der Aktuator (1) als ein in dem Gehäuse (2) angeordneter Elektromotor ausgebildet ist, der direkt auf die Exzenterwelle (8) einwirkt.
- 25 10. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher der Aktuator (1) als Hubmagnet oder als hydraulisches Stellelement ausgebildet ist.
- 30 11. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher der Elektromotor oder der Hubmagnet in einer Blackbox vorgesehen sind, an deren Stirnseite am Gehäuse (2) einander gegenüberliegende Befestigungselemente (3,4) zur Befestigung an dem Zylinderkopf vorgesehen sind.

12. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher bei einer Umstellung von einer stufenlos variablen Ventilhubverstellung auf eine stufenweise Veränderung des Ventilhubes die Exzenterwelle (8) modular austauschbar ist.
13. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher bei einer Umstellung von einer stufenlos variablen Ventilhubverstellung auf eine stufenweise Veränderung des Ventilhubes die Exzenterwelle (8) identisch ist.
14. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher bei einer Umstellung von einer stufenlos variablen Ventilhubverstellung auf eine stufenweise Veränderung des Ventilhubes die dazugehörige Kupplung (7) austauschbar ist.
15. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher der Aktuator (1) entweder auf der Vorderseite oder auf der Rückseite des Zylinderkopfes mit der Exzenterwelle (8) verbunden ist.
16. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher bei unterschiedlichen Ausführungsformen der Aktuator (1) nicht direkt fluchtend zur Exzenterwelle (8) angeordnet ist, sondern zwischen dem Aktuator (1) und der Exzenterwelle (8) ein Zwischengetriebe vorgesehen ist.
17. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher die durch den Austausch der Aktuatoren (1) vorgenommene Umstellung der Gaswechselventile (11, 12) von einer stufenlos variablen Ventilhubverstellung auf eine stufenweise Veränderung des Ventilhubes für Einlass- und Auslassventile derart vorgesehen ist, dass an beiden Ventilseiten jeweils eine vollvariabel, teilweise vollvariabel, stufenweise

oder auf beiden Ventilseiten eine stufenweise Veränderung des Ventilhubes für die Gaswechselventile (11, 12) vorgesehen ist.

- 5 18. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher bei einer stufenlos variablen Ventilhubverstellung der Ventilhub mittels eines am Zylinderkopf vorgesehen Sensors gemessen wird, mit einer Lagerückmeldung des Ventilhubes der Gaswechselventile (11, 12).
- 10 19. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher der für die Gaswechselventile (11, 12) an der Ein- und Auslassventilseite mit einem hydraulischen Stellelement vorgesehene Aktuator (1) einen Rotor (15) aufweist, der unterschiedliche Schaltstellungen einnimmt.
- 15 20. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher der Aktuator (1) mit dem hydraulischen Stellelement aus Kunststoff ausgebildet ist, wobei dessen Rotor (15) mindestens einen Rotorflügel (16) aufweist.
- 20 21. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher der Aktuator (1) mit dem hydraulischen Stellelement mit hydraulischem Öldruck aus dem Motorkreislauf gespeist wird.
- 25 22. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher das Wegeventile (22, 26, 27) zur Betätigung des Aktuators (1) mit dem hydraulischen Stellelement innerhalb des Aktuators (1) positioniert sind, vorzugsweise koaxial zur Aktuatormittelachse (18).
- 30 23. Verbrennungskraftmaschine, welche wenigstens eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 22 aufweist.
24. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 23, mit zwei oder mehr Nockenwellen, welche an wenigstens einer der Nockenwellen eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 22 und an den weiteren

Nockenwellen nur eine stufenweise oder stufenlose  
Nockenverstelleinrichtung aufweist.

- 5      25.      Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 23 oder 24, mit zwei oder  
mehr Nockenwellen, bei welcher jede Nockenwelle eine Vorrichtung nach  
einem der Ansprüche 1 bis 22 aufweist.

10

15



enTec CONSULTING GmbH  
Hydraulik-Ring GmbH

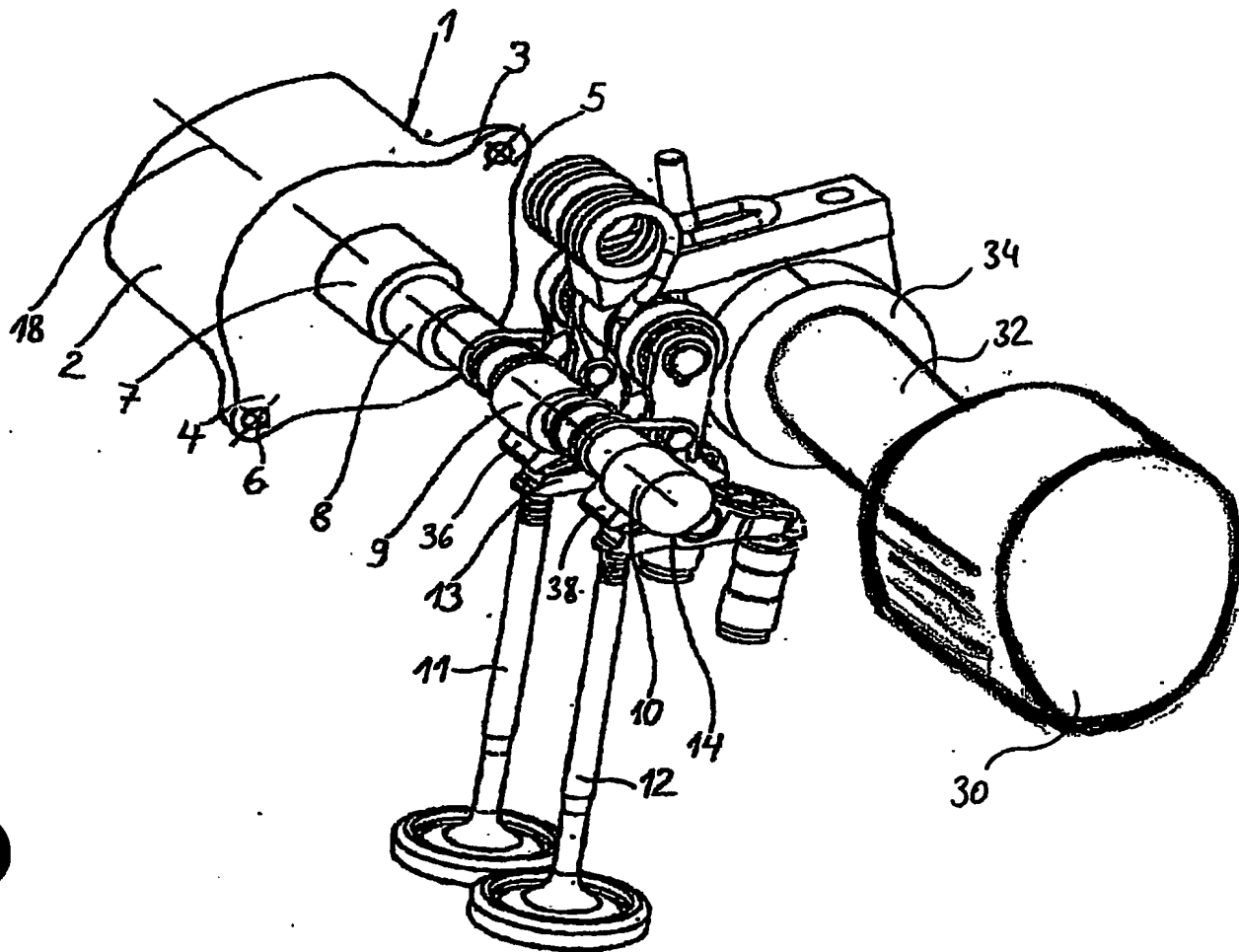
8. Januar 2004  
E100215 MR/HHa

5

### **Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur variablen Ventilsteuerung oder Ventilregelung insbesondere von Gaswechselventilen einer Verbrennungskraftmaschine mit einer Nockenwellenverstelleinrichtung (30),  
10 einer drehbar, vorzugsweise in einem Zylinderkopf, gelagerten Exzenterwelle (8) mit einer Nockenkontur je Gaswechselventil, zur Steuerung oder Regelung des Ventilhubes wenigstens eines Gaswechselventils, sowie einem Aktuator (1), welcher zur Verdrehung der Exzenterwelle (8) an deren Ende vorgesehen ist.

15   Figur 1

*Fig. 1*

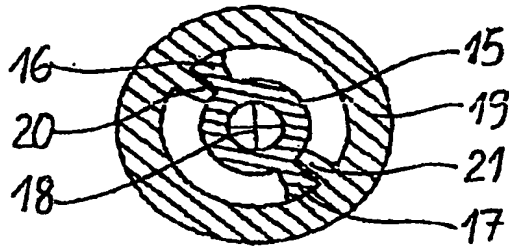


Fig. 2a

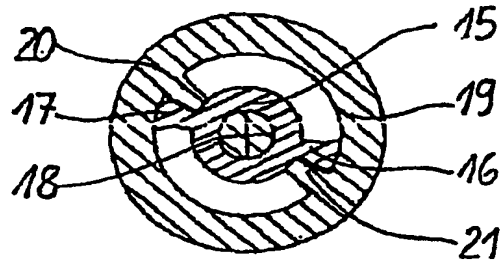


Fig. 2b

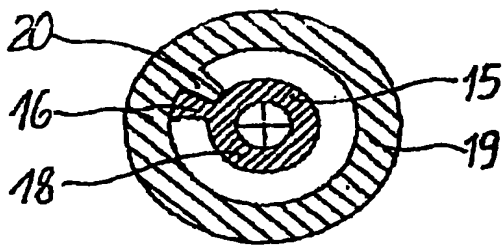


Fig. 3a

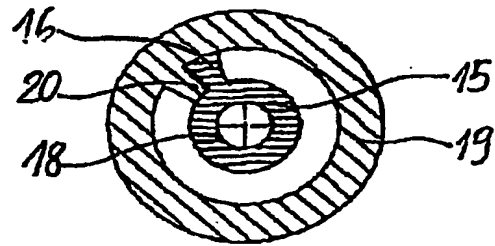


Fig. 3b

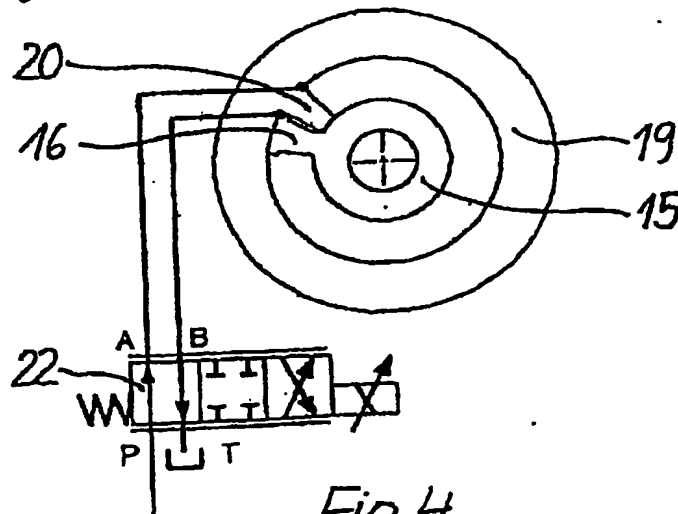


Fig. 4

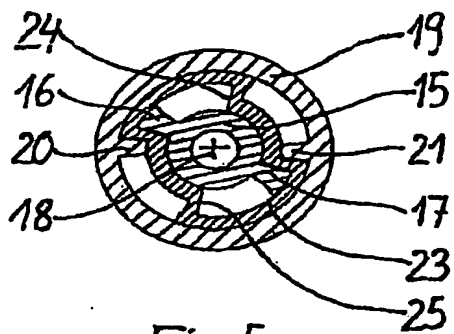


Fig. 5a

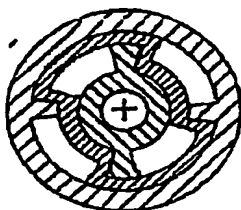


Fig. 5b

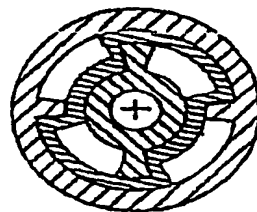


Fig. 5c

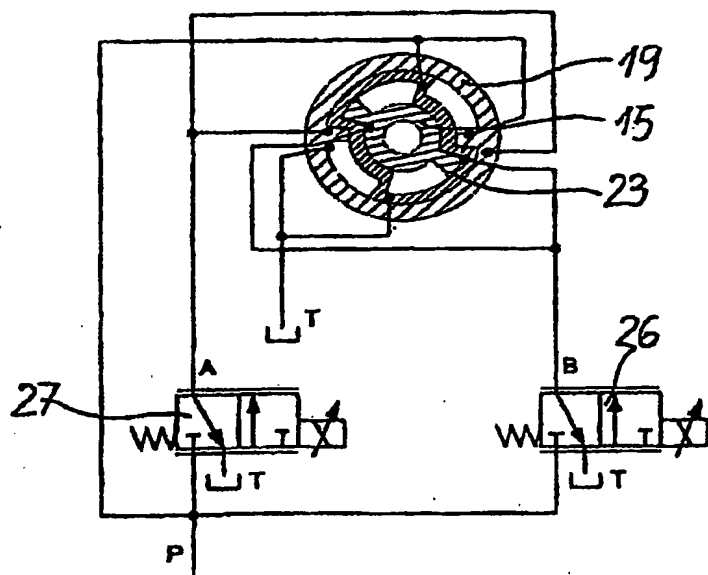


Fig. 6

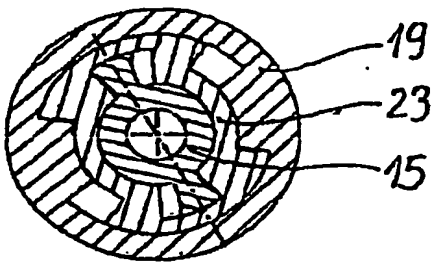


Fig. 7a

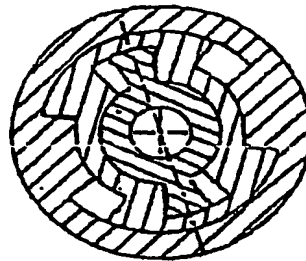


Fig. 7b

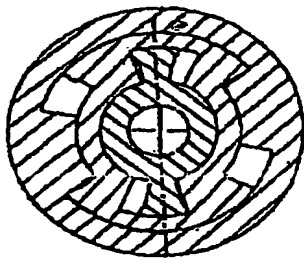


Fig. 7c

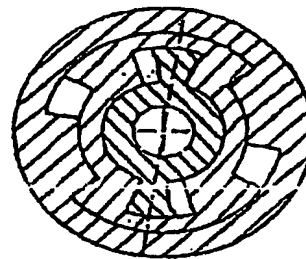


Fig. 7d

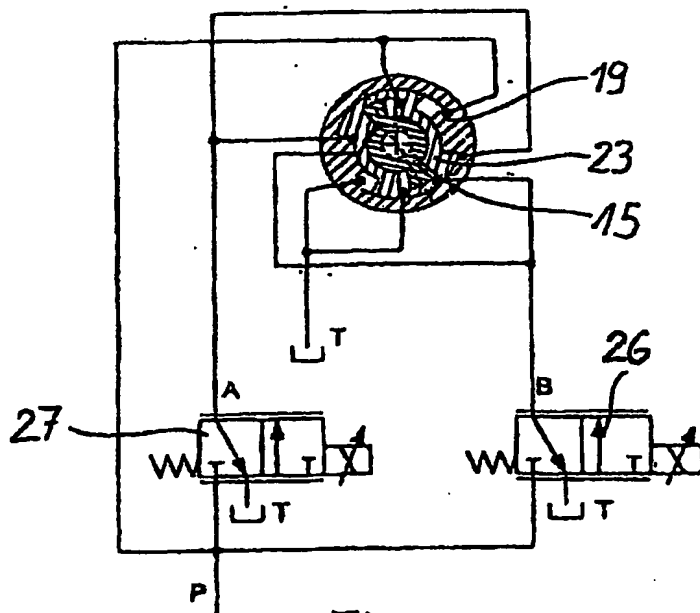
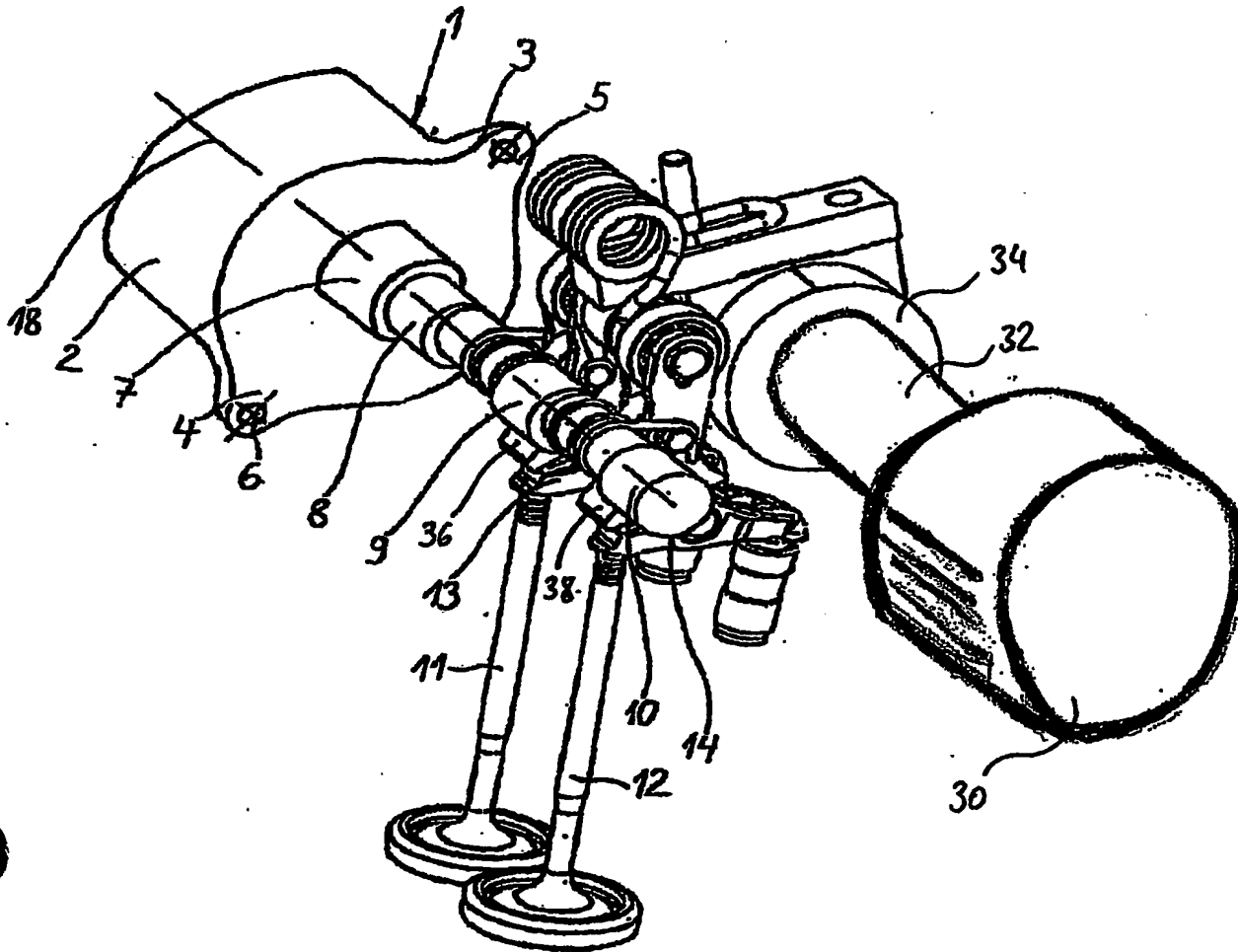


Fig. 8

ZEICHNUNG ZUR ZUSAMMENFASSUNG



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**